



35-39-42-71
(56.11)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

+2 листа

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов ~~по химии~~
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Иванова Дмитрия Максимовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

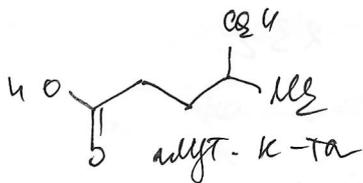
Дата
«3» марта 2024 года

Подпись участника

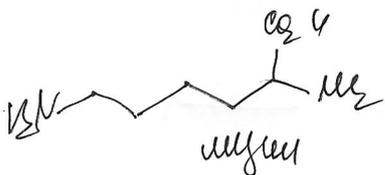
ЧИСТОВИК

№ 1. 5.

Аминок-тн:



Т.к. это к-та, рН сильно меньше 7 => бабка бабка 2- мут.-к-та. ✓

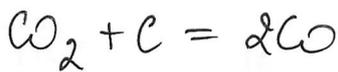


Т.к. это амин, рН сильно больше 7 => бабка 3- мушн. ✓



Во вегетарианской прищипку, бабка 1 - аламин. ✓

№ 2. 1.



28x + 44(1-x) = 42,4, где x - доля CO в смеси. ^{метане}

x = 0,1

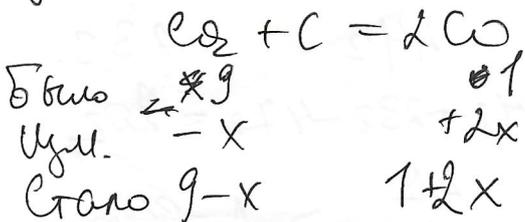
Пусть, было 1 м CO и 9 м CO₂, это будет соответствовать x_{CO} = 0,1, т.к. ✓



зависиме постоянно. и n ~ V. Тогда нуть в реакцию

вернули x моль CO₂.

Тогда $\frac{9-x+dx+1}{1+9} = 1,5$



Отсюда 10+x=15 x=5.

Тогда в конечной смеси имели 4 моль CO₂ и 11 м CO.

Тогда M_{ср} = $\frac{4}{15} \cdot 44 + \frac{11}{15} \cdot 28 = 32,267$ ✓

35-39-42-71 (56,11)

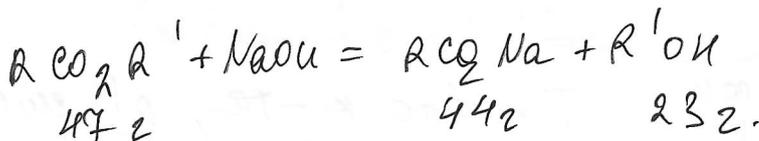
Лист Ассистент

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

93
Где-то тут

Тогда $D_{H_2} = \frac{32 \cdot 267}{2} = 16,133 \checkmark$

N 3.5.



Тогда

$$n(R \text{CO}_2 R') = n(R \text{CO}_2 Na) = n(R'OH)$$

$$\frac{47}{R + R' + 44} = \frac{44}{R + 67} = \frac{23}{R' + 17}$$

Отсюда

$$\begin{cases} 44R + 3149 = 44R + 44R' + 1936 \\ 244R' + 748 = 23R + 1541 \end{cases}$$

Отсюда

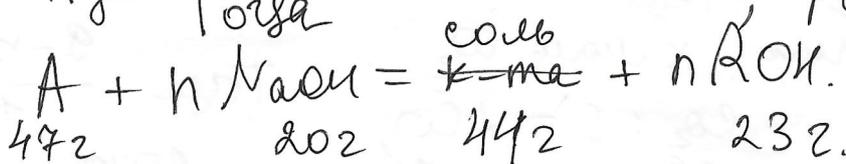
$$\begin{cases} 3R - 44R' = -1213 \\ 23R - 44R' = -793 \end{cases}$$

Отсюда $20R = 420 \Rightarrow R = 21$

$$R' = \frac{3 \cdot 21 + 1213}{44} = 29.$$

N 3,5.

Пусть, сложной эфир имеем n молекулярных единиц.



Тогда

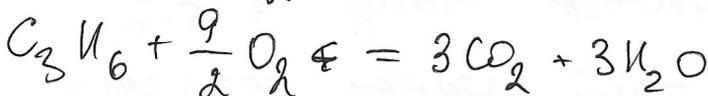
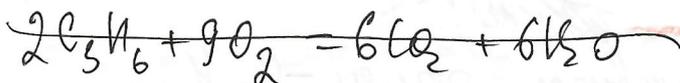
$$n(NaOH) = 442 + 232 - 472 = 202$$

Тогда

$$\frac{202}{40 \cdot n} = \frac{47}{A} \Rightarrow A = 94n.$$

(Т.к. $\nu(A) = \frac{\nu(NaOH)}{n}$)

№ 4.



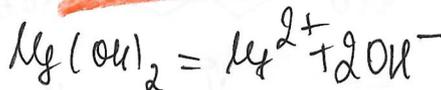
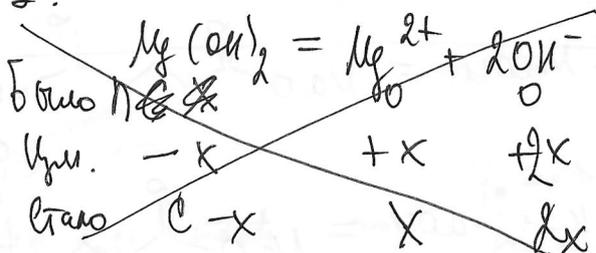
Вещь	1	30	0	0
Ум.	-1	$-\frac{9}{2}$	+3	+3
Стан.	0	25,5	3	3

Итого имеем: остается 25,5 моль O_2 ,
3 моль CO_2 и
3 моль H_2O .

$Q_{реакции} = 3 \cdot Q_{обр}(CO_2) + 3 \cdot Q_{обр}(H_2O) - Q_{обр}(C_3H_6)$
 $= 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 241,8 - (-20,4) = 1926,3 \text{ кДж}$

Тогда $Q_p = C_{H_2O} \cdot 3 \text{ моль} \cdot (T - 298) + C_{CO_2} \cdot 3 \text{ моль} \cdot (T - 298)$
 $+ C_{C_3H_6} \cdot 1 \text{ моль} \cdot (T - 298) + C_{O_2} \cdot 25,5 \text{ моль} \cdot (T - 298) = 1926300$ ✓
 $T = 1938,3 \text{ К}$ ✓ Ответ: 1938,3 К (+)

№ 5. 1.



При диссоциации x моль $Mg(OH)_2$,
в раствор при диссоциации переходят
x моль Mg^{2+} и 2x моль OH^- .

Тогда $Pr = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = x \cdot 4x^2 = 4x^3 = 4,1 \cdot 10^{-12}$

Отсюда $x = 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ М}$ ✓

Тогда ~~концентрация~~ концентратия кав. р-ра $Mg(OH)_2$

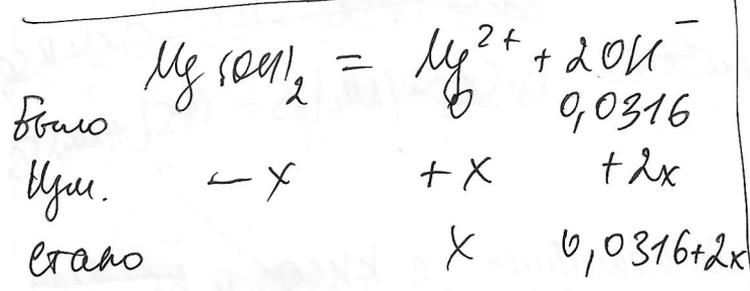
35-39-42-71
(56.11)

$1,211 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, тогда это и есть растворимость $\approx 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$.

$[OH^-] = 2 \cdot 1,211 \cdot 10^{-4} \text{ M} = 2,422 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$pOH = -\lg [OH^-] = 3,616$

$\checkmark pH = 14 - pOH = 10,384$ — pH на поверхности $Mg(OH)_2$.



$[OH^-]_0 = 10^{-14} \cdot (-\lg(1,211 \cdot 10^{-4}))$
 $[OH^-]_0 = 10^{-(14-3,616)}$
 $= 0,0316 \text{ M}$

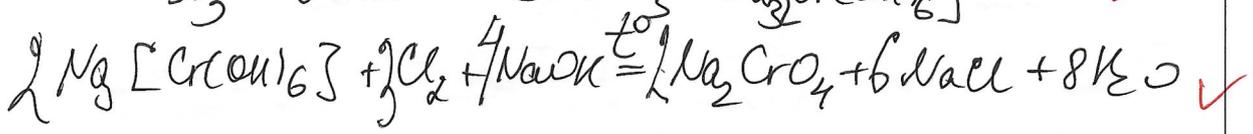
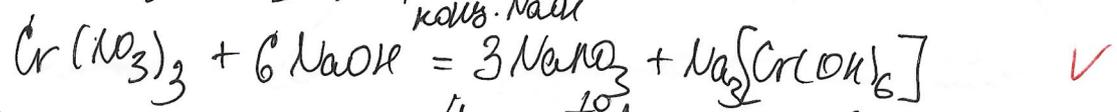
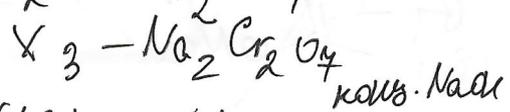
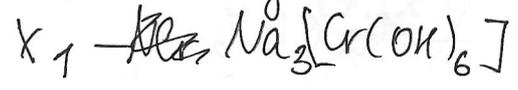
$KP = [Mg^{2+}][OH^-]^2$

$\checkmark KP = x \cdot (0,0316+2x)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

\checkmark Отсюда $x = 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ — практически не растворим.

№ 6.5. Т.к. X_1 — ~~наиболее~~ ^{типичный} трехвалентный ~~активный~~ ^{активный} металл, т.к. при взаимодействии нитрата с щелочью образуются хроматы.

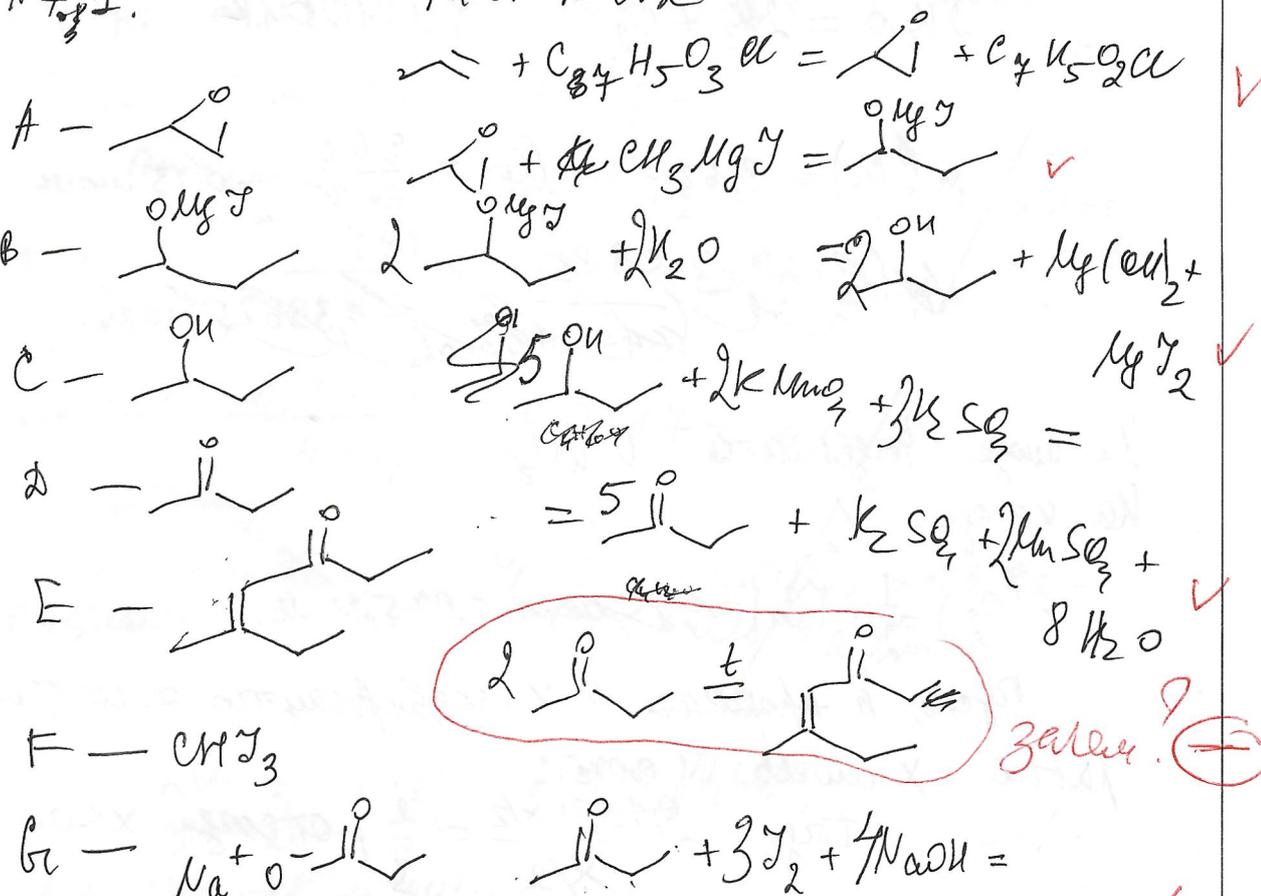
По цветам X_1, X_2 и X_3 можно догадываться, что это соединения хрома.



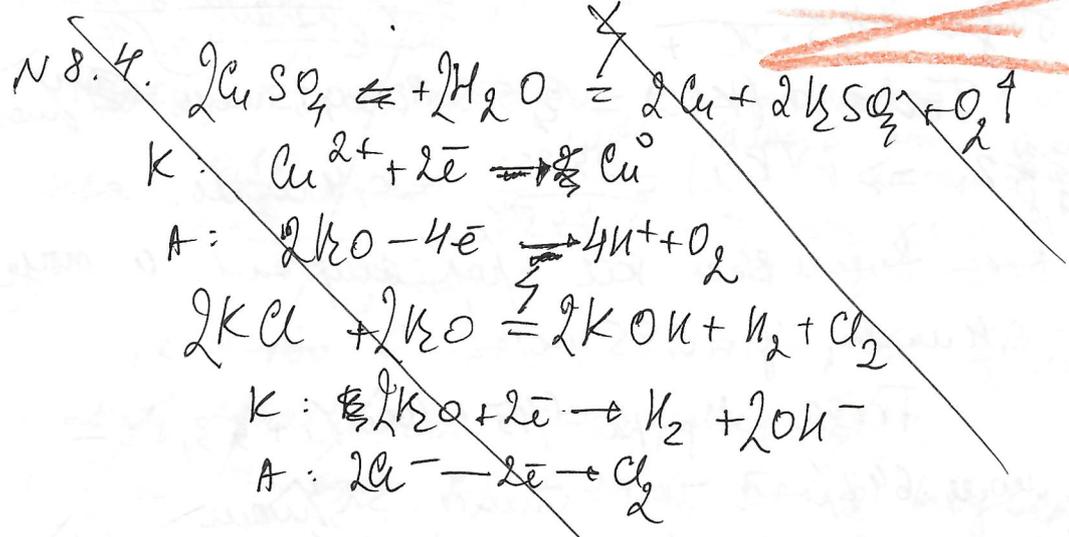
35-39-42-71
(56.11)

№ 7.1.

ЧИСТО ВУК



~~$n(\text{CH}_3\text{I}) = \frac{m \cdot n(\text{CH}_3\text{I})}{M(\text{CH}_3\text{I})} = \frac{10,82 \cdot 0,45}{4 \cdot 12 + 8 + 16} = 0,1125 \text{ моль}$
 $m(\text{CH}_3\text{I}) = 0,1125 \text{ моль} \cdot 394 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 44,3252$ ✓~~



Число ν_{Cu} Тогда $n(\text{Cu}) = \frac{53,82 - 160\% \text{ моль} \cdot 0,15 \text{ моль}}{74,5 \text{ моль}} = 0,4 \text{ моль}$ ✓

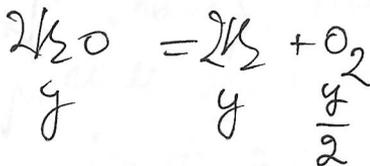
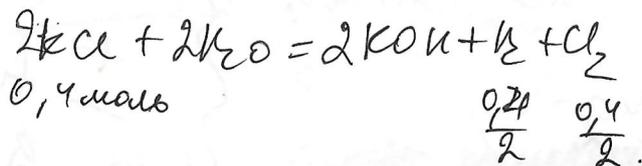
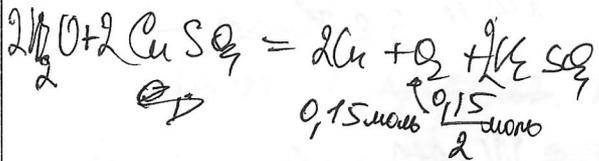
Тогда, пусть x моль CuSO_4 и y моль KCl , проверим что $2x - 2y$ равно x и y моль.

Тогда $\frac{0,15}{2} + \frac{0,4}{2} + \frac{y}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow y = 0,85 \text{ моль}$

$\frac{0,4}{2} + y = n(\text{H}_2)$ от KCl .

$\frac{0,15}{2} + \frac{0,4}{2} + \frac{y}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow y = 0,85 \text{ моль}$

$\frac{0,15}{2} + \frac{0,4}{2} + \frac{y}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow y = 0,85 \text{ моль}$

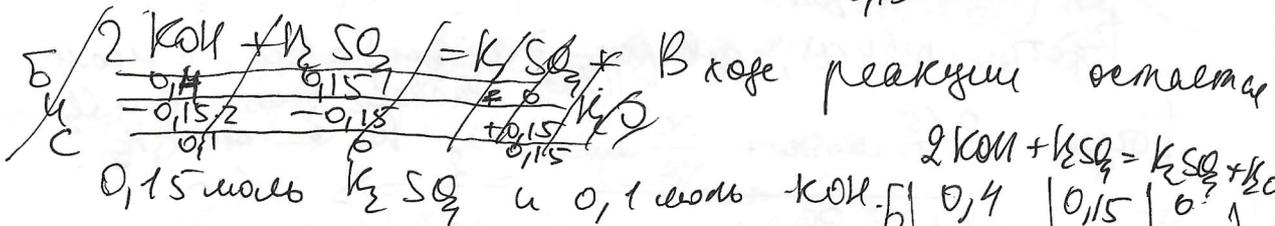


Тогда

$$m_{\text{пре}} = 0,45 \cdot 1000 \text{ г} + 53,82 - \frac{0,15}{2} \text{ моль} \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 0,15 \text{ моль} \cdot 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \frac{0,4}{2} \text{ моль} \cdot 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \frac{0,4}{2} \text{ моль} \cdot 71 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 0,85 \text{ моль} \cdot 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \frac{0,85}{2} \text{ моль} \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 461,92$$

$= 461,92$ ✓

В пре остались $0,4 \text{ моль KCl}$ и $0,15 \text{ моль H}_2\text{SO}_4$.

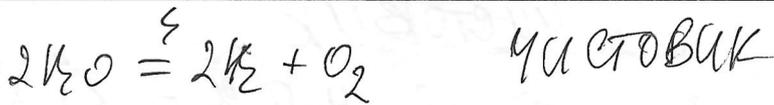


$w_{\text{K}_2\text{SO}_4} = \frac{0,15 \text{ моль} \cdot 174 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{461,92} = 0,0565$ ✓

$w_{\text{KCl}} = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 58 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{461,92} = 0,0121$ ✓

$$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

O	$0,4$	$0,15$	0
K	$-0,15 \cdot 2$	$-0,15$	$+0,15$
S	$0,1$	0	$0,15$



$$m(\text{Cu}) = 9,62 \Rightarrow n(\text{Cu}) = \frac{9,62}{64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,15 \text{ моль}$$

~~$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{53,82}{(64+32+160) \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,33625 \text{ моль}$$~~

На аноде выделяется: O_2 и Cl_2
 На катоде: H_2 .

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{Cu}) = 0,075 \text{ моль}.$$

Пусть, n ~~пропорц.~~ KCl , подвергнуто электричеству равно x моль.

$$\text{Тогда } \frac{0,075 + x/2}{x/2} = \frac{2}{3}, \text{ отсюда } x < 0.$$

Значит, ~~количество~~ количество водорода больше чем $\frac{x}{2}$, а значит ~~пропорция~~ электричеству воды.

Пусть, z и y подвергнутся y моль H_2O .

~~$$\text{Тогда } 0,075 + \frac{x}{2} + \frac{y}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow y = 0,45 + x.$$~~

Весь CuSO_4 и KCl подвергнется электричеству, т.к. ~~каатода~~ ~~электролизатора~~ ~~воде~~ $z + y$

~~Тогда по величине, $z + y$ весь CuSO_4 и KCl подвергнется электричеству, т.к. ~~каатода~~ ~~электролизатора~~ ~~воде~~ $z + y$~~

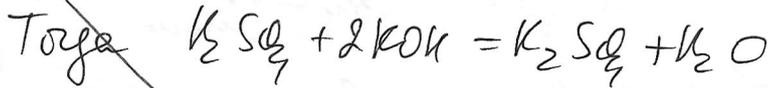
~~$$\text{Тогда } 44,5 \cdot z + \text{Тогда } m(\text{KCl}) = 9,53,82 - 0,15 \text{ моль} \cdot 74,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$~~

~~$$= 44,5 \cdot z \Rightarrow n(\text{KCl}) = \frac{29,82}{74,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,4 \text{ моль}.$$~~

~~Весь~~ ~~вышел~~ ~~весь~~ KCl прореагировал, а тогда $x = 0,4$ моль, $y = 0,85$ моль.

~~$$\text{Тогда } m_{\text{р-ра}} = 0,45 \cdot 100 \frac{\text{г}}{\text{г}} + 53,82 - 0,15 \text{ моль} \cdot 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 0,075 \text{ моль} \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 0,4 \text{ моль} \cdot 74,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 0,2 \text{ моль} \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 44,22$$~~

В р-ре ~~чистого~~ ~~остатки~~ $0,15$ моль K_2SO_4 и $0,4$ моль KOH .

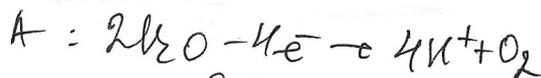
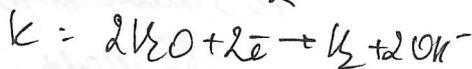
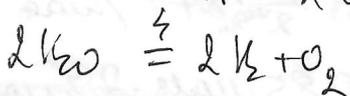
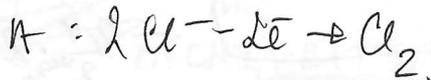
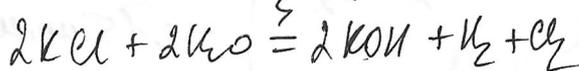
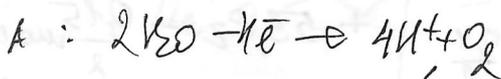
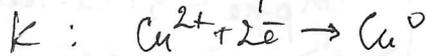
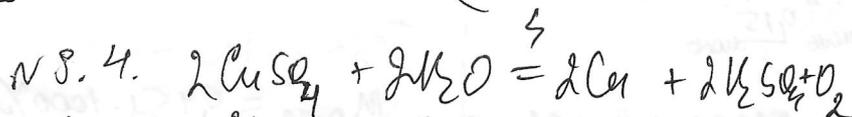


Остаток: $0,15$ моль K_2SO_4 и $0,4 - 0,15 \cdot 2 = 0,1$ моль KOH

$$\omega_{K_2SO_4} = \frac{0,15 \cdot 174}{444,2} = 0,0544 = 5,44\%$$

$$\omega_{KOH} = \frac{0,1 \cdot 56}{444,2} = 0,0114 = 1,14\%$$

Тогда $m_{p-ра} = 0,452 \cdot 1000 \text{ г/л} + 53,82 - 0,15 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} - 0,45 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} -$



$n_{\text{к}}(Cu) = \frac{9,62}{64 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль.}$

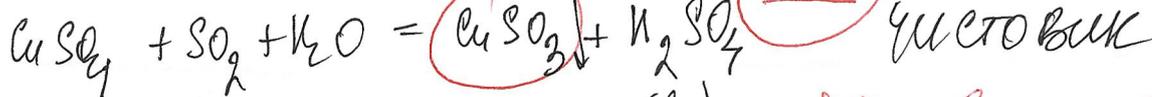
Пусть, $n(KCl)$, поверим, $2n - 2n$ равно x моль.

Тогда $\frac{0,15}{2} \text{ моль} + \frac{x}{2} \text{ моль} = \frac{2}{3} \Rightarrow x < 0.$

Каждое ввел: O_2 и Cl_2
на катоде: H_2 .

Тогда, кол-во водорода больше, чем $\frac{x}{2}$ моль, значит переходит электричу вода, а значит все KCl и $CuSO_4$ боится возврату электричу.

Handwritten note in red:
+
-
не
гид
ного
усе
газго



чистовик

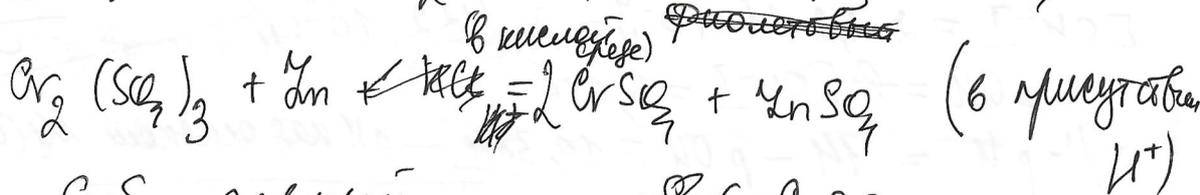
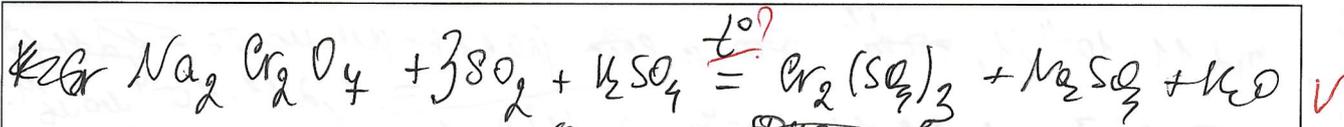
$$n(\text{CuSO}_3) = 0,15 \text{ моль} = n(\text{Cu})$$

SO₂ - восстановитель



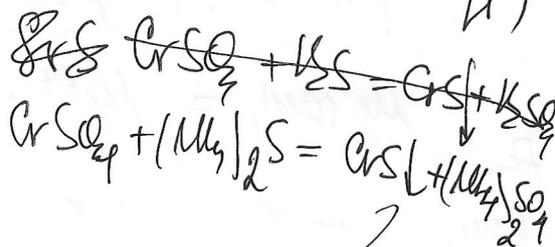
$$m_{\text{CuSO}_3} = 0,15 \text{ моль} \cdot 144 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 21,6 \text{ г.}$$





CrS — черный

$CrSO_4$ — фиолетовый

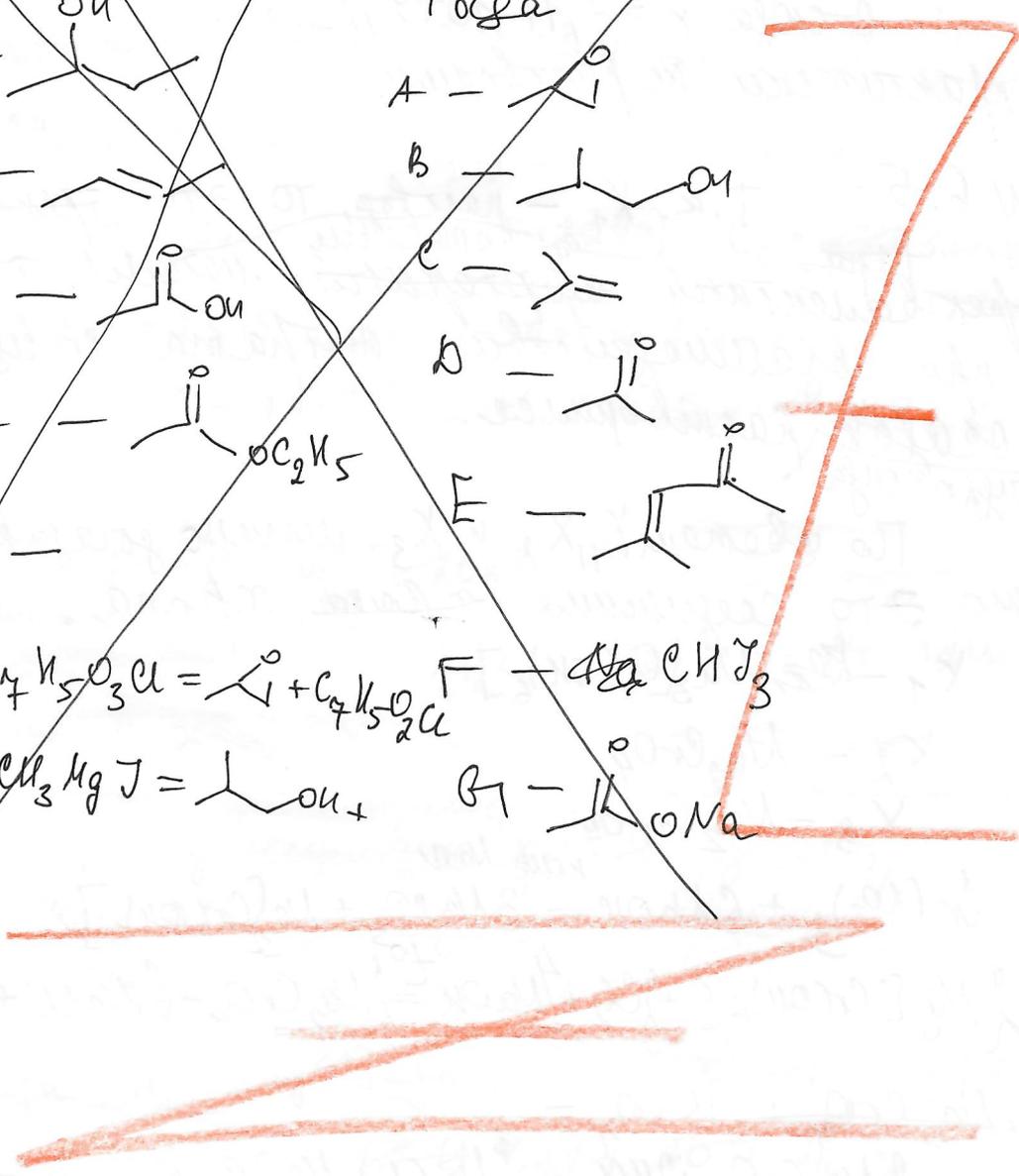
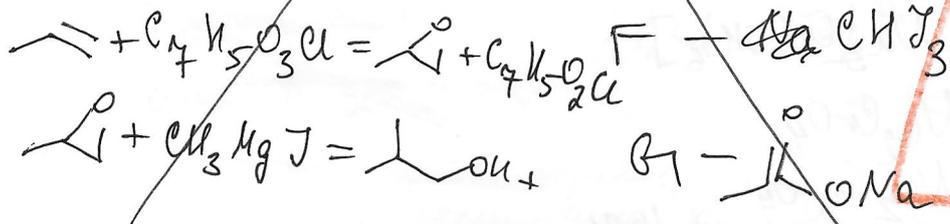
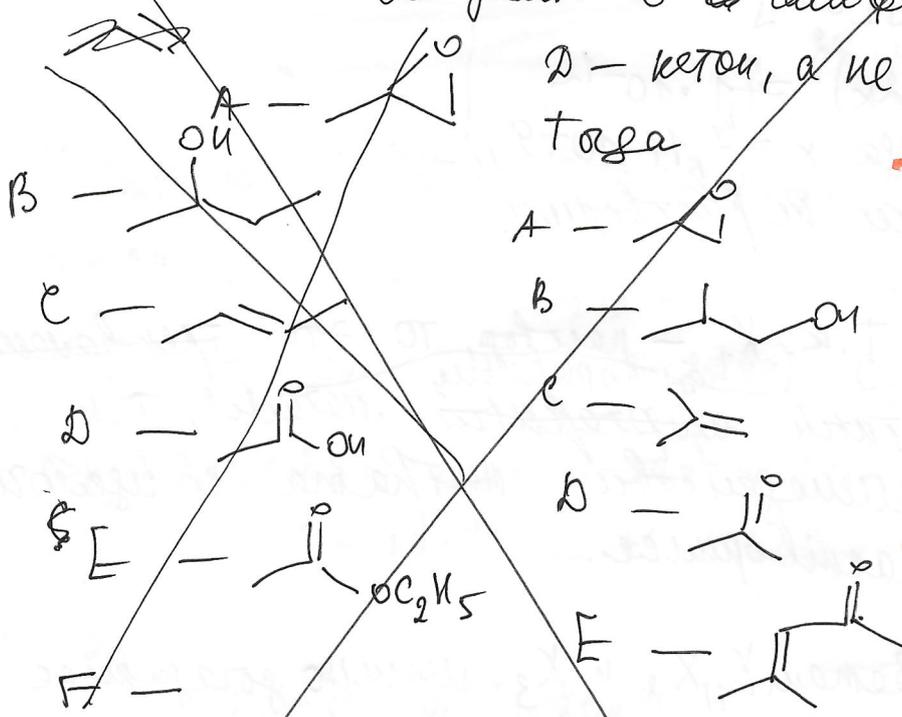


№ 1.

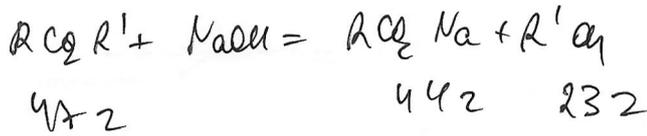
т.к. D не реагирует с $KHSO_5$ и не ~~взаимодействует~~ в газофазную реакцию

D — кетон, а не кислота.

Тогда



ЧЕРОВИК



$$\frac{44}{R+R'+44} = \frac{44}{R+67} = \frac{23}{R'+17}$$

~~44~~
$$44R + 3149 = 44R + 44R' + 1936$$

$$44R' + 748 = 23R + 1541$$

$$3R - 44R' = -1213$$

$$44R' - 23R = 793$$

$$R = 21 \quad R' = 29$$

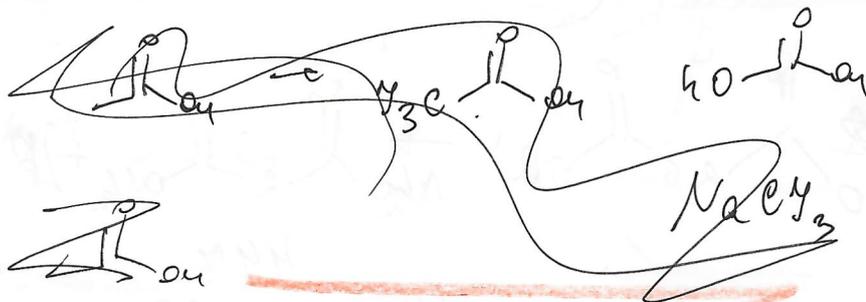
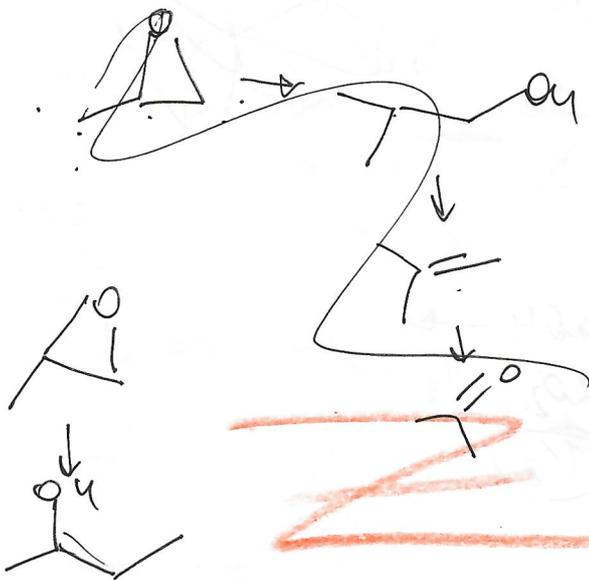
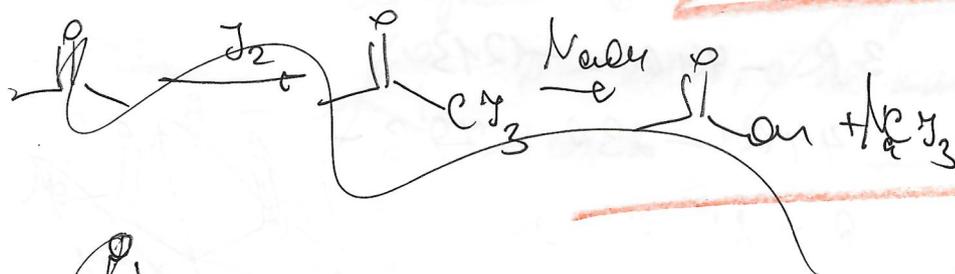
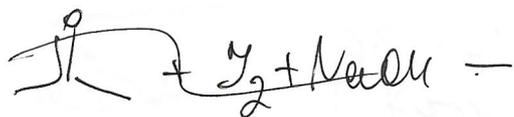
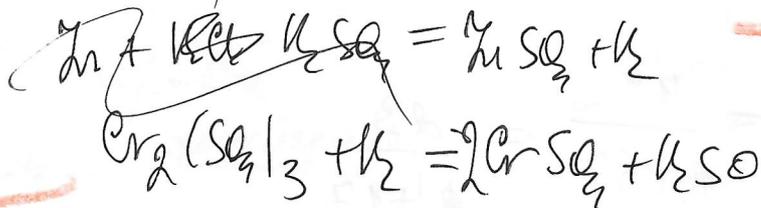
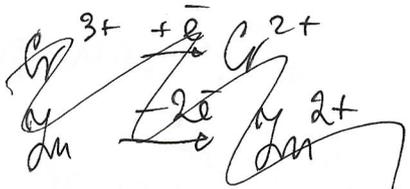


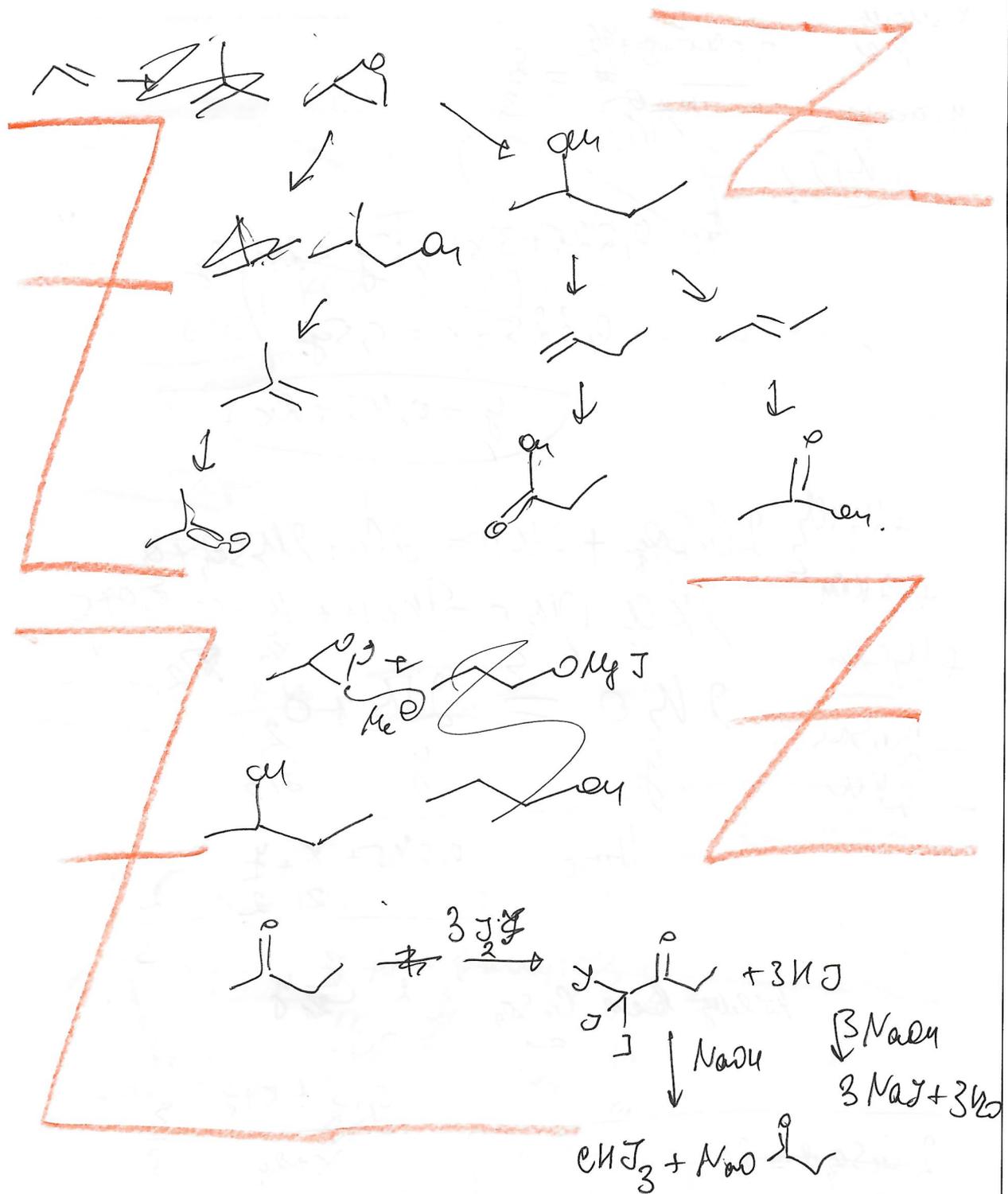
$$\begin{array}{ccc} 442 & 232 & \\ 1/2x & (1/2) & \\ (94x) & & \end{array}$$



$$\frac{44}{R+267} = \frac{23}{2(R'+17)}$$

[Handwritten signature]





29,8 г КСл
 0,4 моль КСл

0,2 моль Cl₂ 0,2 моль K₂

0,075 моль O₂.

x моль
KCl

$$\frac{0,045 + \frac{x}{2}}{x+y} = \frac{2}{3}$$

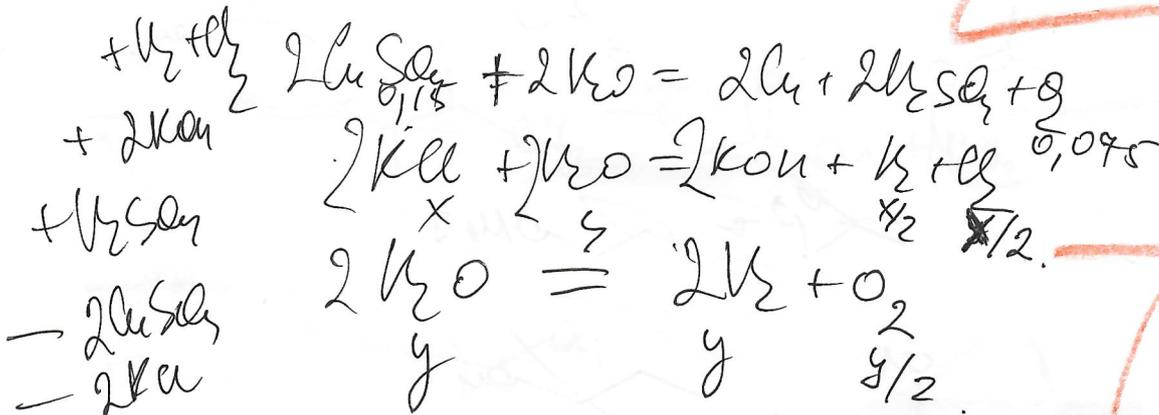
y моль



$$0,225 + 3x + 1,5y = 2x + 2y$$

$$0,225 + x = 0,5y$$

$$y = 0,45 + 2x$$



Углерод

$$\frac{0,045 + \frac{x}{2} + \frac{y}{2}}{x+y} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{2}$$

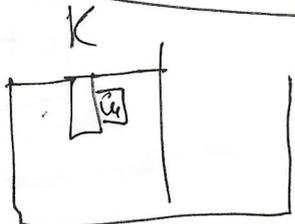
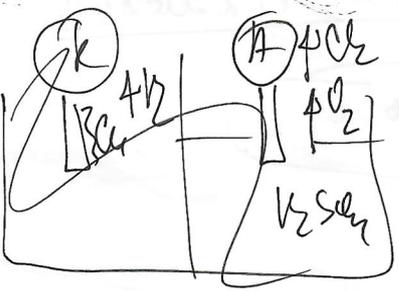
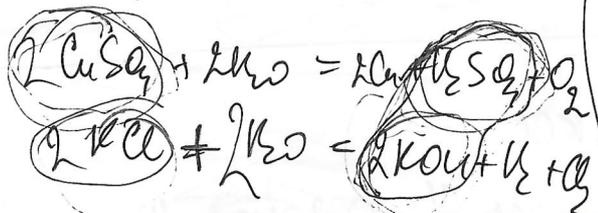
коэффициент $CuSO_4$ 211.

$$\frac{0,15 + x + y}{x+2y} = \frac{2}{3}$$

$$0,45 + 3x + 3y = 2x + 4y$$

$$0,45 + x = y$$

$$2CuSO_4 + 2K_2O = 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2$$



а

KCl $CuSO_4$ K_2SO_4 $CuSO_4$

H_2 O_2

$\rightarrow KCl$
 $- 1 CuSO_4$

$CuSO_4 + H_2O = Cu + H_2SO_4 + \frac{1}{2} O_2$

$2KCl + 2H_2O = 2KOH + \frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} Cl_2$

$2H_2O \rightleftharpoons H_2 + O_2$

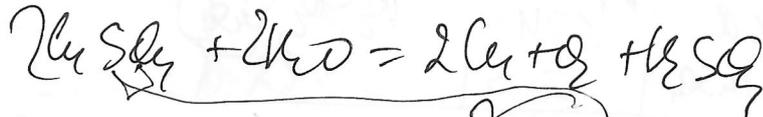
~~0 зная~~
 x моль $CuSO_4$
 y моль KCl
 Inga моль

$900 + 5 + \frac{1}{2} x$
 $\frac{1}{2} x + ?$

Было x моль CuSO_4 .

y моль $\text{Cu} - 0,15$ ушло на Cu(OH)_2

Тогда выделилось $2x - 0,3$ ~~K_2SO_4~~



~~Процес~~

x моль $\text{KCl} \rightarrow x$ моль KOH

~~y моль Cu~~

$0,15$ моль CuSO_4 .

\downarrow

$\frac{x}{2}$ моль Cu(OH)_2

Тогда $0,15 + \frac{x}{2}$

~~$0,15$ моль $\text{CuSO}_4 \rightarrow 0,15$ моль K_2SO_4~~

~~$0,4$ моль $\text{KCl} \rightarrow 0,4$~~

$$M = \frac{M_{\text{H}}}{nF}$$

~~$\frac{\text{моль} \cdot \text{Ka}}{\text{Ka}}$~~

за 1 с:

1 e^- , 1 H^+ , 2 OH^-

Cu , 2 H^+ , 1 O_2

Вnovишевиши
одеведи
откарати.

Оценена 93 балла.
Иванов
Дмитрий

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов» Ректору МГУ
имени М.В. Ломоносова академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по профилю
«Химия» *Иванова Дмитрия Максимовича*

Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 93 балла, поскольку считаю, что моя работа была оценена не на полный балл. Не согласен с оценкой задач 1-8. Прошу пересмотреть всю мою работу.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Иванов Д.М.

23.03.2024г.